

Recherches-système en agriculture et développement rural

Symposium international

Montpellier, France – 21-25 novembre 1994

Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development

International Symposium

Montpellier, France – 21 to 25 November 1994

Communications / Papers



Système de culture et fixation de l'agriculture en conditions pluviales dans les régions tropicales

Cas des régions tropicales humides et équatoriales du Brésil

Picard Didier¹ ; Séguy Lucien² ; Bisson Patrick³

¹CIRAD, 42 rue Scheffer, 75116 Paris, France

²CIRAD-CA, a/c Dr Tasso de Castro, BP 504, Agencia Central CEP, 74000 Goiania, Goiás, Brésil

³CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier, France

Résumé

Un exemple de recherche menée sur les systèmes de culture est décrit. Le principal objectif de cette recherche est de mettre au point des systèmes de culture qui permettent la fixation et la stabilisation de l'agriculture, soient intéressants économiquement et puissent être facilement adoptés par les agriculteurs. Quand les agriculteurs font face à une situation de crise, ils n'ont pas beaucoup de temps pour trouver des solutions adéquates. La tâche des agronomes est donc de les aider à rechercher des solutions permettant de résoudre rapidement leurs problèmes. Le cas des cerrados du Brésil a été choisi pour illustrer la démarche qui a été utilisée. L'approche qui y a été développée est basée sur la mise en place d'Unités de création-diffusion-formation, dans lesquelles la recherche prend en compte le système de culture.

Mots clés

Système de culture, dispositif expérimental, diagnostic, travail du sol, rotation.

Abstract

Cropping Systems and Sustainable Agriculture in Wet Conditions in the Tropics

Case Study from the Wet Tropical and Equatorial Regions of Brazil. An example of research carried out on cropping systems is described. The main aim of the research was to introduce cropping systems that are sustainable, profitable, and easily adopted by farmers. When farmers face a crisis situation, they do not have much time to find suitable solutions. The task of agronomists is to help them solve their problems rapidly. The case of the cerrados in Brazil illustrates in greater detail the methods that have been used in this area. The approach that has been developed is based on experimental units for perennial research and extension that take account of the cropping system.

Introduction : Pourquoi des recherches sur les systèmes de culture ?

Dans une région donnée, une agriculture fixée et stable ne peut être développée simplement en recommandant des systèmes de culture qui ont donné de bons résultats en station expérimentale. Ces systèmes de culture doivent être compatibles avec les systèmes d'exploitation et l'organisation des sociétés rurales de la région, mais aussi répondre à la demande locale : si la production est tournée vers l'auto-consommation, elle doit être en accord avec les habitudes nutritionnelles des populations ; si elle est orientée vers la vente, un marché doit exister.

Jusque dans les années 80, les agriculteurs ne devaient s'adapter principalement qu'à l'incertitude climatique. Les modifications sont maintenant plus rapides. La densité de la population augmente à cause de l'accroissement naturel de la population, mais aussi des migrations dues à des sécheresses ou à des conflits. Cette augmentation de densité de la population conduit à la diminution des périodes de jachère et à la mise en place de fronts pionniers dans lesquels la forêt est défrichée et brûlée. Les conditions économiques changent rapidement aussi. Les subventions et mécanismes de stabilisation des cours qui ont été mis en place par les Etats ont presque partout disparu ; le cours d'une denrée, avantageux pour le producteur une année donnée, peut diminuer et devenir peu intéressant l'année suivante.

Dans ce contexte d'incertitude, les sociétés rurales ne peuvent plus expérimenter elles-mêmes ni mettre au point des systèmes de culture adaptés par un processus par essais-erreurs.

Les agronomes doivent donc concevoir des systèmes de culture qui soient intéressants économiquement et qui permettent la fixation et le maintien de l'agriculture. De plus, ces systèmes doivent aussi s'adapter à l'évolution du contexte socioéconomique et être rapidement adoptables par les agriculteurs.

Une façon de résoudre ce problème consiste à développer une recherche en milieu paysan, où chercheurs et agricul-

teurs travaillent ensemble. Les Unités création-diffusion-formation permettent de répondre à ce défi.

Principe de la démarche : les Unités création-diffusion-formation

Première étape : un diagnostic rapide de la région

(Séguy *et al.*, 1980 ; Séguy, 1982 ; Séguy *et al.*, 1989)

Il dure généralement une année et a pour objet d'identifier :

- les principaux types de sols et les conditions climatiques ;
- les principaux facteurs limitants du rendement et les tendances à long terme des composantes de la fertilité des sols ;
- les principaux avantages des systèmes de culture pratiqués par les agriculteurs afin d'en dégager les éléments qui devront être préservés ;
- les systèmes de production actuels (calendrier et temps de travaux, performances et limites, techniques, agronomiques et économiques).

Il s'agit en fait, pour la recherche, de s'approprier rapidement les systèmes de production des agriculteurs.

Seconde étape : sélection des systèmes de culture

L'agronome imagine alors une vaste gamme de systèmes de culture parmi lesquels il sélectionnera, année après année, les plus intéressants. Il agit ainsi à la façon d'un sélectionneur, qui crée une grande diversité parmi les lignées d'une espèce et sélectionne celles qui sont les plus adaptées.

Les différents systèmes de culture sont alors testés au moyen d'un dispositif expérimental pérenne qui doit permettre leur évaluation technique et économique ainsi qu'une estimation sur leur praticabilité et leur reproductibilité. Ces dispositifs doivent avoir une dimension suffisante pour prendre en compte les temps de travaux, qui sera fonction du mode de travail du sol (Séguy *et al.* 1980, 1989)

Les expérimentations sont faites avec les agriculteurs, sur l'exploitation de l'un d'entre eux ou sur des champs cultivés en commun. Ils peuvent ainsi sélectionner eux-mêmes les systèmes de culture adaptés à leurs propres conditions et aux objectifs qu'ils poursuivent.

Le schéma expérimental doit être flexible et adapté aux changements des conditions économiques et écologiques. Ainsi, les systèmes de culture et les techniques qui ne produisent pas de bons résultats économiques voient leur importance diminuer au profit des systèmes les plus stables et les plus attractifs. Les techniques et systèmes de culture les plus mauvais sont cependant conservés dans le dispositif global comme exemples de ce qu'il ne faut pas faire. Le dispositif est donc aussi une unité de diffusion et de formation ouverte en permanence aux acteurs du développement.

Les nouvelles techniques sont évaluées continuellement, à la fois sur le plan technique et sur le plan économique. Une batterie d'observations *in situ* est ainsi mise en place chaque année, afin de permettre une évaluation et une comparaison annuelle et interannuelle des divers systèmes de culture et d'expliquer les écarts observés sur les plans agronomique, technique et agronomique (Séguy *et al.*, 1989).

Cas de l'amélioration des *cerrados* brésiliens

La démarche a été suivie dans l'État du Mato Grosso au Brésil (Séguy *et al.*, 1988a, 1988b ; 1989 ; 1991). Nous en exposons ici les principaux résultats pratiques.

Diagnostic rapide

Dans les *cerrados* du centre-ouest brésilien, une vaste politique de colonisation a conduit au défrichement de la végétation naturelle sur plusieurs milliers d'hectares. Le problème posé est que les sols, dans des conditions de précipitations très agressives (de 2 000 à 3 000 mm en 7,5 mois), sont rapidement érodés et dégradés par lixiviation. Les principaux symptômes observés sont ainsi des carences en cations et phosphore, une forte acidification et la présence d'aluminium échangeable. Les agriculteurs sont alors obligés de transformer leurs parcelles en pâturage et vont défricher de nouvelles terres.

L'étape du diagnostic rapide, qui a duré un an, a montré que l'inadéquation généralisée des modes de gestion des sols et des cultures était le principal facteur limitant de la production et le principal responsable de la dégradation du capital sol :

- les outils disques (offsets) utilisés en conditions de sol trop souvent humides provoquent la formation d'une semelle entre 10 et 20 cm de profondeur (figure 1) et une destruction de la structure. Il en résulte une forte érosion en nappe et ravine, la prolifération des adventices et une forte limitation au développement racinaire des cultures, les exposant aux risques climatiques et créant des conditions d'alimentation minérale défavorables ;
- le soja était cultivé en monoculture, car il était considéré comme la seule spéculation économiquement intéressante par les agriculteurs.

Conception des solutions

Les solutions ont été conçues par étape, le diagnostic ayant permis de hiérarchiser les problèmes à résoudre.

La première étape a consisté à restaurer la fertilité du sol en évaluant et comparant de nouveaux modes de gestion des sols et des cultures avec le système généralement pratiqué par les agriculteurs. Ce travail s'est fait sur une unité de création-diffusion-formation, qui est passée de 45 ha en 1986 à 180 ha en 1992.

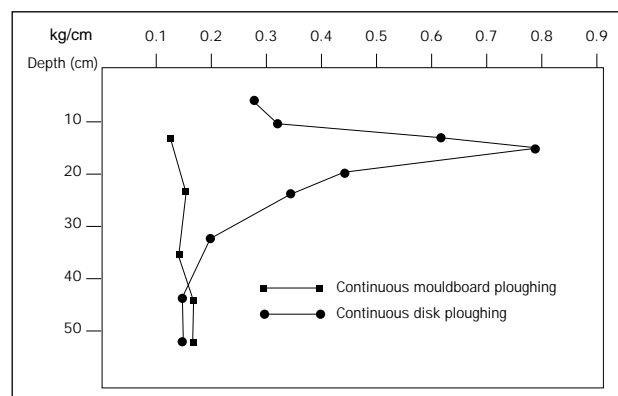


Figure 1. Resistance to penetration : effect of soil management, Goiana (1987).

L'unité a tout d'abord été aménagée au moyen de terrasses à base large. Conjugué à des techniques culturales qui assurent une protection du sol et favorisent l'infiltration des pluies, ce dispositif a permis d'arrêter le processus d'érosion.

Six années durant, on a croisé différents modes de travail du sol et différentes successions culturales dans un dispositif ayant la forme d'une matrice. Pendant ce temps, les bases scientifiques de la production végétale ont été analysées et les innovations évaluées en condition d'exploitation réelle avec et chez les agriculteurs.

Parallèlement, de nouvelles variétés et de nouvelles techniques (herbicides, engrais, etc.) ont été expérimentées sur des dispositifs satellites spécifiques pour résoudre les contraintes mises en évidence, année après année, pour chaque système de culture et ainsi assurer une progression constante de ces systèmes au cours du temps.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants (figures 2 et 3) :

- le riz pluvial doit être précédé d'un travail profond (charrue à soc, puis scarification) ;
- soja et maïs, après restauration de la fertilité du sol, expriment leur meilleur rendement en semis direct ;
- les rotations céréales-légumineuses sont de loin les plus productives et les plus intéressantes économiquement ; ce sont aussi les plus stables ;
- la fertilisation minérale doit être forte et se faire en une seule fois pour cinq à six cultures successives. Associée à un travail profond lors de son incorporation, cette forte fumure permet d'approfondir le profil cultural et d'améliorer sa fertilité ;
- le labour à la charrue à soc a permis d'améliorer la densité apparente et l'enracinement des cultures dans les horizons profonds, réduisant ainsi les risques climatiques ;

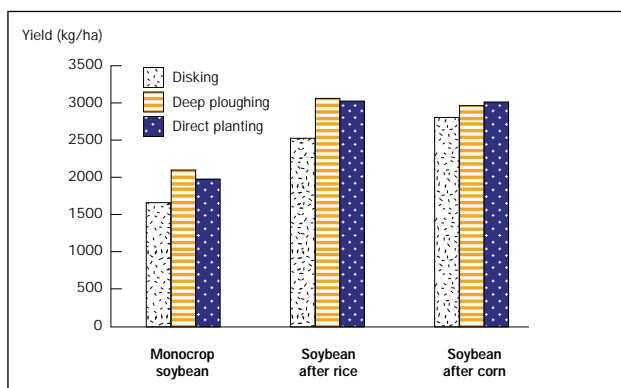


Figure 2. Average yields of soybean over six years (kg/ha). Fazenda Progresso (1986 – 1992).

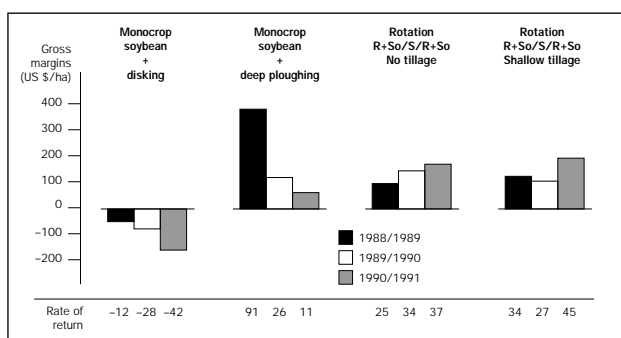


Figure 3. Economic results, Fazenda Progresso, Mato Grosso (1988 – 1991).

- de nouvelles variétés de riz pluvial à haut rendement ont été introduites et créées. Il s'agit notamment de variétés dont la qualité du grain est exceptionnelle pour valoriser la culture de riz. D'autres cultures sont aussi testées pour diversifier les systèmes : il s'agit du maïs et du sorgho, qui peuvent être cultivés en succession comme seconde culture après le riz et le soja, avec de faibles coûts de production (de 30 à 60 \$/ha).

La seconde étape a consisté à privilégier les systèmes de culture qui utilisent le semis direct, qui, au cours de la première étape, s'est révélé comme le meilleur mode de gestion du sol.

Trois systèmes de culture ont ainsi été mis au point :

- un système à une seule culture annuelle, dans lequel le semis direct se fait sur les résidus de culture et d'adventices ;
- un système à une seule culture annuelle associé à un engrais vert de couverture (*calopogonium*) ;
- un système à deux cultures annuelles en succession, la première bénéficiant d'un apport en intrants nettement plus important que la seconde, qui permet le recyclage des éléments minéraux.

Il est ainsi possible aux agriculteurs, en fonction de l'assolement qu'ils ont déterminé pour des raisons économiques, de choisir et de combiner plusieurs des systèmes de culture mis au point.

La troisième étape, en cours de développement, consiste à introduire l'élevage dans les systèmes, soit par le biais de rotations quadriennales soit en cultivant le soja sur un tapis vivant de *Paspalum notatum*.

Impact

La productivité du soja et du riz a été fortement augmentée. Le labour double pratiquement la productivité du soja par rapport au travail à l'offset (figure 2).

L'érosion a été totalement contrôlée, surtout avec les systèmes à deux cultures par an. Le contrôle des adventices et de la pression parasitaire a été facilité. Les systèmes à deux cultures annuelles ont permis un fort recyclage des éléments minéraux de la profondeur du sol vers la surface à cause d'une augmentation de la profondeur d'enracinement. Ils ont permis aussi de réduire les pertes en éléments minéraux par lixiviation ainsi que l'acidification du sol et de développer une intense vie biologique dans le profil.

Les équipements présents sur les exploitations ont vu leur durée d'utilisation doubler, que ce soit pour le travail du sol ou pour les récoltes. La flexibilité dans l'utilisation des machines a été améliorée grâce au semis direct, qui n'exige pas un long temps de ressuyage. Enfin, on a chiffré l'économie de carburant entre 40 et 60 %.

Les systèmes mis au point présentent une excellente stabilité économique et les marges dégagées, qui devenaient rapidement négatives dans les systèmes en monoculture continue de soja, sont maintenant comprises entre 150 et 450 \$.

L'ensemble des résultats est diffusé par des moyens audiovisuels, des journées de démonstration et aussi l'ouverture permanente des unités aux agriculteurs, celles-ci devenant les vitrines des nouvelles techniques mises au point.

On peut estimer qu'actuellement plusieurs centaines de milliers d'hectares utilisent les techniques diffusées dans le

centre-ouest brésilien. Sur toutes les cultures, par rapport aux itinéraires traditionnels, les itinéraires techniques adoptés sont à l'origine d'augmentations de production qui vont, aussi bien en 1989/1990 qu'en 1990/1991, de 60 % à plus de 100 % pour le soja et le riz pluvial. Ces résultats relatifs à la productivité du riz et du soja sont conformes à ceux obtenus par la recherche sur l'unité création-diffusion, confirmant la fiabilité de la démarche de recherche utilisée pour le développement.

On peut remarquer que cinq nouveaux constructeurs de charrues à soc sont apparus sur le marché depuis le début de la diffusion des techniques de travail profond pour restaurer la fertilité du profil de sol.

Le lancement et l'adoption, à partir de 1989-1990, de la variété de riz pluvial IRAT 216 ont permis de diversifier les productions de l'État du Mato Grosso, couvrant une superficie de plus de 60 000 ha.

Les nouveaux systèmes créés sur les unités de création-diffusion sont diffusés au fur et à mesure de leur mise au point, après choix concerté entre les divers acteurs (agriculteurs, vulgarisateurs, chercheurs).

L'adoption des systèmes ou des techniques par les agriculteurs est extrêmement rapide et les résultats obtenus en milieu réel, mesurés sur un échantillon de plus de 42 000 ha en 1989/1990 et de plus de 17 000 ha en 1990/1991, sont conformes à ceux obtenus sur les unités expérimentales. Les écarts observés dans la plupart des opérations de recherche-développement entre le milieu contrôlé par la recherche et le milieu paysan sont ici minimes.

Conclusions

La démarche proposée est une approche systémique car elle combine plusieurs éléments du système de culture : amélioration variétale, fertilisation, lutte contre les adventices et les parasites, etc.

Elle donne une solution au problème délicat de l'expérimentation des systèmes de culture. En effet, le nombre important de facteurs qui entrent en jeu dans la conduite d'une culture complique la réalisation d'expérimentations combinant tous les facteurs, à moins de mettre en place un dispositif qui devient vite ingérable à cause de sa complexité. L'autre problème auquel se heurte l'expérimentation de systèmes de culture est la difficulté à les faire évoluer. Ainsi, les essais de systèmes de culture sur longue durée, qui ont été largement utilisés, figent, sur plusieurs années, un (ou plusieurs) système(s) de culture, au risque de le(s) voir devenir complètement obsolète(s) et inadapté(s) aux modifications des conditions économiques et sociales.

L'intérêt des unités création-diffusion est donc de pouvoir s'adapter aux modifications et de pouvoir, année après année, introduire des innovations. Le dispositif en matrice permet de tester de nombreuses combinaisons et de travailler sur des parcelles suffisamment vastes pour avoir un caractère démonstratif. Cependant, cela se fait au détriment d'une certaine précision puisque toute répétition est interdite. Il ne faut pas oublier, toutefois, que ce type d'expérimentation n'a pas pour objectif de rechercher une loi ou

de mettre en évidence des écarts statistiquement significatifs de rendement entre divers traitements comparables, comme dans les expérimentations classiques. Il s'agit ici d'évaluer des différences de marges brutes consécutives à des successions d'actes techniques pour que les agriculteurs puissent faire leur choix. Les écarts sont donc, en fin de compte évalués par les agriculteurs eux-mêmes, qui estiment si la différence affichée est suffisamment motivante pour qu'ils prennent intuitivement la décision d'essayer ces nouvelles techniques dans leurs propres exploitations.

Le succès de cette démarche repose sur la hiérarchisation des problèmes à résoudre ; il est donc fortement conditionné par la qualité du diagnostic préalable. Celui-ci doit être rapide pour être crédible mais aussi bien répondre à la problématique posée par les acteurs du développement. Un mauvais diagnostic, un problème mal posé, ne permettra pas de choisir correctement les facteurs à expérimenter ; de plus, le dispositif perdra tout caractère démonstratif.

Cette démarche traite essentiellement des systèmes de culture. Elle n'a pas vocation à modifier directement les systèmes de production. Ainsi, si elle s'intéresse aux successions culturales comme élément du système de culture, la répartition des cultures dans l'espace, c'est-à-dire l'assolement, n'est pas directement traitée par cette démarche. L'aspect système de production intervient cependant au moment du diagnostic, qui doit obligatoirement prendre en compte l'organisation de l'exploitation. Il intervient aussi en fin de démarche, car les agriculteurs, quand ils choisissent un nouveau système de culture, intègrent obligatoirement l'organisation de leur exploitation. De plus, un échantillon d'exploitations ayant choisi une innovation technologique est suivi par la recherche afin d'affiner, année après année, le diagnostic initial et d'intégrer les contraintes qui pourraient apparaître dans le système expérimental.

La démarche exposée ci-dessus est suivie dans plusieurs pays présentant des situations écologiques et économiques totalement différentes de celles rencontrées au Brésil. Elle est actuellement opérationnelle dans la zone de savane ou de forêt humide en Afrique, dans les zones d'altitude du Sud-Est Asiatique et des milieux insulaires et dans les bas fonds rizicoles.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. Munefume Maturaba, propriétaire de la Fazenda Progresso, qui a accepté la mise en place et le financement de l'unité création-diffusion-formation sur ces parcelles de 1986 à 1992 et la coopérative Cooperlucas, qui a pris en charge le financement de cette recherche à partir de 1992.

Références bibliographiques

- Séguy L., Bouzinac S. 1980. *Une démarche expérimentale d'élaboration de systèmes de production utilisables par les petits paysans (région du Cacaïs au Maranhao, Brésil)*. Montpellier, France, CIRAD-IRAT, 48 p.
- Séguy L., 1982. Mise au point de modèles de production en culture manuelle à base de riz pluvial utilisables par les petits producteurs de la région de Cacaïs au Maranhao, nord-est du Brésil, Etat du Maranhao. *Agronomie tropicale*, 37 (3) : 233-261



- Séguy L., Bouzinac S., 1988a. *Rapport de synthèse 1983-1988 sur la mise au point des systèmes de culture à base de riz pluvial dans le Brésil central*. Goiania, Brésil, CIRAD-IRAT, 64 p.
- Séguy L., Bouzinac S., Pacheco A., Carpanedo V., Da Silva V., 1988b. *Perspectiva de fixacao da agricultura na região Centro-Norte do Mato Grosso. Caso da Fazenda Progresso- Sorriso/MT*. Goiania, Brésil, EMPA-MT, 52 p.
- Séguy L., Bouzinac S., Moreira J.-A.-A., De Raissac M., Klutchouski J., 1989. *Influence of soil management patterns on maintenance of fertility in the Brazilian Central Plateau*. *International Symposium on rice production on acid soils of the tropics, Kandy, 26-30/06/1989*. Goiania, Brésil, CNPAF-EMBRAPA, 12 p.
- Séguy L., Bouzinac S., Pacheco A., Klutchouski J., 1989. *Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct, sans travail du sol, appliqués aux cerrados du centre-ouest brésilien*. Goiania, Brésil, CIRAD-IRAT-CNPAF, 165 p.
- Séguy L., Bouzinac S., Piéri C., 1991. An approach to the development of sustainable Farming systems, *In : Exvaluation for sustainable land management in the developing world*. Technical papers. IS-BRAM Proceedings n°12, vol. II, Bangkok, Thaïlande

